

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

Masaya TSUNODA
2927-0168P
Filed Feb. 12, 2004
New Appln.
BIRCH, STEWART, KOLASCH
BIRCH
(703)205-8090

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 2月13日

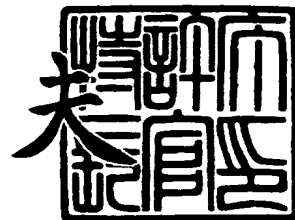
出願番号
Application Number: 特願2003-035507
[ST. 10/C]: [JP2003-035507]

出願人
Applicant(s): 住友ゴム工業株式会社

2003年10月21日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3086785

【書類名】 特許願

【整理番号】 14414

【提出日】 平成15年 2月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A63B 53/04
G06F 17/50

【発明の名称】 ゴルフクラブヘッドの設計方法及びゴルフクラブヘッド

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県神戸市中央区脇浜町 3 丁目 6 番 9 号 住友ゴム工業株式会社内

【氏名】 角田 昌也

【特許出願人】

【識別番号】 000183233

【氏名又は名称】 住友ゴム工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100072660

【弁理士】

【氏名又は名称】 大和田 和美

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 045034

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9814053

【その他】 なお、図面の内、図 2 ～ 4 はカラー付であるから、図 2 ～ 4 の見本は物件提出書で、写真は上申書で別途に提出

します。見本と写真との二者択一が審査、権利解釈その他において、必要であれば、見本を選択します。

【プルーフの要否】

要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ゴルフクラブヘッドの設計方法及びゴルフクラブヘッド

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 有限要素で分割したゴルフクラブのヘッドモデルとゴルフボールモデルを用い、

上記ヘッドモデルで上記ゴルフボールモデルを実使用速度範囲でインパクトし、該インパクト時における上記ヘッドモデルのフェース面が上記ゴルフボールモデルと接触する時間 T_2 と、上記フェース面にかかる垂直力が接触開始時からピーク値をとるまでの時間 T_1 とを計測し、

上記ヘッドモデルの肉厚、材料あるいは／および形状の諸言の設定を変更して、上記垂直力がピーク値をとるまでの時間 T_1 が上記接触時間 T_2 中で占める割合が長くなり、上記ゴルフボールモデルのバックスピンを減らす方向に働く摩擦力を大きく且つ該摩擦力の作用時間を長くして、バックスピン量を少なくかつ打出角度を高くすることを特徴とするゴルフクラブヘッドの設計方法。

【請求項 2】 上記ヘッドモデルで上記ゴルフボールモデルを打撃する時の速度はアイアン型ヘッドモデルでは $20\text{ m/s} \sim 60\text{ m/s}$ 、ウッド型ヘッドモデルでは 40 m/s としている請求項 1 に記載のゴルフクラブヘッドの設計方法。

【請求項 3】 上記時間 T_1 と時間 T_2 との関係は、 T_2/T_1 の値を 2.2 以下に設定している請求項 1 または請求項 2 に記載のゴルフクラブヘッドの設計方法。

【請求項 4】 ゴルフクラブヘッドの肉厚を全体的あるいは部分的に薄くし或いは／およびフェース面を柔らかい材質とすることで、ゴルフボールを実使用速度範囲でゴルフクラブヘッドで打撃した時に、上記ゴルフクラブヘッドのフェース面にかかる垂直力がピーク値をとるまでの時間 T_1 と、上記ゴルフクラブヘッドと上記ゴルフボールの接触時間 T_2 との関係を、 T_2/T_1 の値が 2.2 以下 1.9 以上としていることを特徴とするゴルフクラブヘッド。

【請求項 5】 上記ゴルフクラブヘッドは、ウッド型のフェース面に配置する金属板では、厚さ $1.5 \sim 2.7\text{ mm}$ 、弾性率は $1000 \sim 21000\text{ kgf}$

／mm²、アイアン型のフェース面に配置する金属板では、厚さ 1.5～2.5 mm、弾性率は 800～21000 kgf／mm²としている請求項 4 に記載のゴルフクラブヘッド。

【請求項 6】 請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の設計方法により設計された請求項 4 または請求項 5 に記載のゴルフクラブヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ゴルフクラブヘッドの設計方法及びゴルフクラブヘッドに関し、詳しくは、ゴルフクラブヘッドとゴルフボールのインパクト時の両者の接触状況をコンピュータ上で分析し、ヘッドの肉厚、材料、形状をコンピュータ上で変更することにより、ゴルフボールのバックスピン量の低減と打出角度の増大を実現し、特に、ウッド型ヘッドや低番手のアイアン型ヘッドに好適なゴルフクラブヘッドを効率良く設計するものである。

【0002】

【従来の技術】

ゴルフクラブの種類や番手により、その程度に差はあるものの、いかに効率良くゴルフボールに大きな飛距離を与えられるかという点がゴルフクラブヘッドの設計において非常に重要である。

【0003】

特に大きな飛距離性能が要求されるウッド型クラブや低番手のアイアン型クラブのヘッドでは、飛距離を向上させるために、打撃されたゴルフボールのバックスピン量を低減させるのが良く、これによりゴルフボールの打出角度を大きくすることが効果的であることが知られている。

一方、打球のコントロール性が特に要求される高番手のアイアン型クラブでは、ある程度の飛距離性能を維持しながらコントロール性を向上させるために、打球されたゴルフボールのバックスピン量を増大させることが効果的であることが知られている。

【0004】

このように、ゴルフボールのバックスピンとゴルフボールの飛距離及び、ゴルフボールを打撃するヘッドの関係については、従来、種々の提案がなされている。例えば、本出願人は、特開 2 0 0 1 - 3 4 6 9 0 7 号公報（特許文献 1）及び特開 2 0 0 2 - 2 6 3 2 1 6 号公報（特許文献 2）で、ゴルフボールの構造を工夫することにより、ヘッドとの接触中にバックスピンを減らす側に働く力を相対的に増やしていき、バックスピン量が少なく、かつ打出角度が高くなるゴルフボールについて提案している。

【 0 0 0 5 】

また、本出願人は、特開平 1 1 - 2 5 3 5 8 4 号公報（特許文献 3）では、ヘッドのフェース面の表面状態をコントロールすることにより、ゴルフボールとクラブヘッドの接触面を粗くして両者間の摩擦係数を増加させ、これによりゴルフボールとの接触中にバックスピンを減らす側に働く力を相対的に増やしていき、バックスピン量が少なく、かつ打出角度が高くなるアイアンクラブヘッドセットを提案している。特に、ロフト角が 3 0 度未満の番手で有効であることが開示されている。

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 1 - 3 4 6 9 0 7 号公報

【 0 0 0 7 】

【特許文献 2】

特開 2 0 0 2 - 2 6 3 2 1 6 号公報

【 0 0 0 8 】

【特許文献 3】

特開平 1 1 - 2 5 3 5 8 4 号公報

【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記特許文献 1 及び特許文献 2 のようにゴルフボール自体の性能が優れていても、これを打撃するゴルフクラブヘッドの構造によっては、その効果に差が生じることも考えられる。上記したように、バックスピンを低減でき

るゴルフクラブヘッドで打撃するのが好ましいが、どのようなゴルフクラブヘッドが適しているのかを容易に予測できないという問題がある。

【0010】

また、上記特許文献3では、アイアンクラブヘッドセットにおいて、ヘッドのフェース面の摩擦係数を番手により変更させており、番手に応じてバックスピン量を調整しているが、摩擦係数の特定のみでは、より大きな飛距離を得るには不十分である。また、フェース面の状態は、打撃の繰り返しにより変化することも考えられ、安定して大きな飛距離を得るにはさらに改良の余地がある。

【0011】

さらに、ゴルフボールのバックスピン量と、打撃するゴルフクラブヘッドとの関係を把握するためには、実際に多数のヘッド等の部材を試作し、実験によりバックスピン量等の測定を行う必要がある。しかし、このような試作には手間と費用が必要である上に、打撃時のバックスピンの解析に必要な摩擦力等の測定は複雑な装置が必要であり、精度良い測定は非常に困難である。よって、上記のような目標性能を有するゴルフクラブヘッドを的確かつ簡易に設計することができないという問題がある。

【0012】

本発明は上記した問題に鑑みてなされたものであり、ゴルフボールのバックスピン量を低減し打出角度を高くできるゴルフクラブヘッドを効率良く設計することを課題としている。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明は、有限要素で分割したゴルフクラブのヘッドモデルとゴルフボールモデルを用い、

上記ヘッドモデルで上記ゴルフボールモデルを実使用速度範囲でインパクトし、該インパクト時における上記ヘッドモデルのフェース面が上記ゴルフボールモデルと接触する時間 T_2 と、上記フェース面にかかる垂直力が接触開始時からピーク値をとるまでの時間 T_1 とを計測し、

上記ヘッドモデルの肉厚、材料あるいは／および形状の諸言の設定を変更して

、上記垂直力がピーク値をとるまでの時間 T_1 が上記接触時間 T_2 中で占める割合が長くなり、上記ゴルフボールモデルのバックスピンを減らす方向に働く摩擦力を大きく且つ該摩擦力の作用時間を長くして、バックスピン量を少なくかつ打出角度を高くすることを特徴とするゴルフクラブヘッドの設計方法を提供している。

【0014】

このように、ヘッドモデルにおいて特にフェース部の肉厚、材料、形状等のヘッドの緒元を全体的あるいは部分的に変更し、ゴルフボールモデルとヘッドモデルとのインパクト時の上記垂直力の立ち上がりを滑らかにして、垂直力がピーク値をとるまでの時間 T_1 が上記接触時間 T_2 中で占める割合を長くするように設定する。その結果、ゴルフボールモデルのバックスピンを減らす方向に摩擦力が働いている時間に、ゴルフボールに高い垂直力を加えることができ、バックスピンを減らす方向の力積を増大することができる。よって、低バックスピんで、かつ高打出角度になり、大きな飛距離が得られるゴルフクラブヘッドを、試作を繰り返すことなく、コンピュータ上で設計することが可能となる。

【0015】

即ち、物体が運動しているときの摩擦力を F 、垂直力を N とすると

$$F = \mu N \quad (\mu: \text{動摩擦係数})$$

の関係が成り立ち、 F と N は比例関係にあることが知られている。

ここで、ヘッドとゴルフボールの接触中において、バックスピンを減らす方向に摩擦力 F が働く時間帯である接触後期における垂直力 N が大きいとバックスピンを減らす方向の摩擦力 F が働きやすくなる。よって、バックスピンを減らす方向の力積が大きくなり、バックスピンを低減することができる。

【0016】

また、本発明の設計方法において、ゴルフクラブのヘッドモデルとゴルフボールモデルとして有限要素モデルを用いているため、ヘッドモデルやゴルフボールモデルの肉厚、材質、重量、形状等の変更は、各モデルを構成する要素への入力データを変更するだけで簡単に行うことができる。このため、様々なパターンのヘッドモデルとゴルフボールモデルをコンピュータ上で作成し、インパクト時の

時間 T_1 及び時間 T_2 をコンピュータ上で容易に計測することができる。

【0017】

このように、ヘッドモデルの肉厚、材料、形状等の諸元を変更して、インパクト時の時間 T_1 と時間 T_2 を計測するシミュレーションとを繰り返すことにより、効率の良いヘッドの設計を行うことができる。

【0018】

ウッド型やアイアン型等の各ヘッドの種類に応じ、かつ、インパクト後のボールの打出速度で変化するが、目標とするバックスピン量や打出角度を適宜変更することができる。

上記ヘッドモデルで上記ゴルフボールモデルを打撃する時の速度はアイアン型ヘッドモデルでは $20\text{ m/s} \sim 60\text{ m/s}$ 、ウッド型ヘッドモデルでは 40 m/s としている。上記速度は、通常のゴルファーが各ヘッドを取り付けたゴルフクラブでゴルフボールを打撃する際に生じうるヘッドスピードである。他のヘッドスピードで打撃した際でも、同様にバックスピンの低減と打出角度の増大を図ることができる。

【0019】

具体的には、ボール打出速度、使用するボールの種類によっても相違するが、例えば、ボール初速が 51 m/s では、バックスピン量は $1800 \sim 2200\text{ rpm}$ 、打出角度は $19 \sim 21^\circ$ 、ボール初速が 58 m/s では、バックスピ $1400 \sim 1800\text{ rpm}$ 、打出角度は $15 \sim 17^\circ$ となるように目標を設定することが好ましい。

【0020】

上記時間 T_1 と時間 T_2 との関係は、 T_2/T_1 の値を 2.2 以下に設定していることが好ましい。これは T_2/T_1 の値が 2.2 より大きくなるとバックスピンを低減する力が弱くなり、打出角度を大きくしにくいためである。 T_2/T_1 の値がより小さくなると、バックスピンを低減する力がより大きくなるが、 T_2/T_1 が小さくなりすぎると打球感が悪くなることより、 T_2/T_1 は 1.9 以上に設定するのが良い。

よって、 T_2/T_1 の値は 1.9 以上 2.2 以下、より好ましく、 1.95 以

上 2. 1 以下である。

また、 T_1 及び T_2 は T_2 / T_1 の値が 2. 2 以下となる組み合わせであれば良いが、具体的には、 T_1 は 0. 227 ms ~ 0. 35 ms が良く、 T_2 は 0. 5 ms ~ 0. 7 ms が良い。

【0021】

上記ゴルフボールモデルのバックスピン量及び打出角度は、該ゴルフボールモデルの全体運動量、角運動量を算出し、その運動量から並進速度を求め、各成分の比率から上記打出角度を算出し、上記角運動量よりバックスピン量を算出している。

インパクト後、ゴルフボールは振動しているため、幾何学的にバックスピン量や打出角度を求めることは困難であるが、上記のように運動量から算出すると、精度良くバックスピン量や打出角度を求めることができる。

【0022】

本発明の設計方法は、中空部を有するウッド型ヘッド、アイアン型ヘッド等のあらゆる形状のヘッドに適用することができる。特に、# 1、# 2、# 3、・・・# 9 等のドライバークラブやフェアウェイウッドクラブのヘッド、# 1、# 2、# 3、・・・# 7 等の低番手のアイアンクラブのヘッドの設計に有効である。

【0023】

ヘッドモデル全体及びフェース部の形状は、コンピュータによりモデルを作成するだけであるため、あらゆる形状に対応することができ、平面あるいは／及び曲面等を有する種々の形状等とすることができる。ヘッドの材質は、従来用いられるパーシモン（ウッド）、繊維強化樹脂、スチール・アルミニウム合金・チタン・チタン合金・ジュラルミン・ステンレス等の金属材料あるいはこれらの合金等の種々の材質とすることができる。材質は部分的に変更することもでき、モデルにおいてその材質の該当部分に該当する材質の物性値が入力されていれば良い。ゴルフボールの材質は、従来ゴルフボールに使用されうる材料とすることができる。各種ゴム、合成樹脂等を用いたポリマー組成物等とすることができる。

【0024】

ヘッドモデル及びゴルフボールモデルは、シェル要素やソリッド要素等でモデ

ル化することができる。各モデルの要素の数は、多ければ多いほど計算の精度が高くなるが、設計効率を考慮すると、シェル要素でモデル化する場合、5000～10000要素とするのが好ましい。なお、この範囲は現段階での計算機的能力を鑑みてのものであり、今後計算機的能力が向上するにつれ、計算時間が短縮され、さらに多くの要素の数とすることもできる。

【0025】

また、本発明は、ゴルフクラブヘッドの肉厚を全体的あるいは部分的に薄くし、或いは／およびフェース面を柔らかい材質とすることで、ゴルフボールを実使用速度範囲でゴルフクラブヘッドで打撃した時に、上記ゴルフクラブヘッドのフェース面にかかる垂直力がピーク値をとるまでの時間 T_1 と、上記ゴルフクラブヘッドと上記ゴルフボールの接触時間 T_2 との関係を、 T_2/T_1 の値が2.2以下としていることを特徴とするゴルフクラブヘッドを提供している。

【0026】

上記のように、ゴルフクラブヘッドのフェース部の肉厚を薄くする、フェース部に軟らかい材料を用いる、フェース面積を大きくする等の緩衝効果をフェース部に持たせることによって、上記 T_2/T_1 の値を上記設定とし、低バックスピンで、かつ高打出角度になるゴルフクラブヘッドを実現することができる。

【0027】

本発明のゴルフクラブヘッドは、短期間で効率良く設計できるため、上述した本発明の設計方法により設計されるのが特に好ましい。時間 T_1 及び時間 T_2 は、多軸の加速度ピックアップやロードセルをフェース部の裏面に貼り付けて、実際にインパクトしている時の接触力等を実測すること等により求めることもでき、それに基づいて本発明のゴルフクラブを得ることもできる。

【0028】

具体的には、ゴルフクラブヘッドのフェース部は、全体的あるいは部分的に肉厚を薄くした薄肉部を有し、該薄肉部の肉厚はウッド型ヘッドでは1.5mm～2.7mm、アイアン型ヘッドでは1.5mm～2.5mmであるのが好ましい。また、フェース部は、全体的あるいは部分的に軟らかくした柔軟部を有し、該柔軟部の弾性率はウッド型ヘッドでは1000kgf/mm²～21000k

gf/mm^2 、アイアン型ヘッドでは $800\text{ kgf/mm}^2 \sim 21000\text{ kgf/mm}^2$ であるのが好ましく、より緩衝効果をもたせるには柔軟部がフェース面となるのが好ましい。

例えば、フェース面にチタン合金が配置される場合、該チタン合金の弾性率 E (kgf/mm^2) は $9000 \leq E \leq 12000$ 、肉厚 T (mm) は $1.5 \leq T \leq 2.7$ に設定している。

また、薄肉部、柔軟部は、少なくともスイートエリア内に配置されるのが良く、フェース面の面積は、ある程度の緩衝効果を持たせるには、ウッド型ヘッドでは $35\text{ cm}^2 \sim 50\text{ cm}^2$ 、アイアン型ヘッドでは $28\text{ cm}^2 \sim 35\text{ cm}^2$ であるのが好ましい。

【0029】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

図1に本発明のゴルフクラブヘッドの設計方法のフローチャートを示し、まず、該フローチャートに基づいて概略的に説明する。

【0030】

まず、ステップ#1で、ゴルフクラブヘッドとゴルフボールを、有限要素に分割した有限要素モデルでモデル化する。

ステップ#2で、ヘッドモデルでゴルフボールモデルを実使用速度範囲でインパクトさせるシミュレーションを行う。

ステップ#3で、インパクト時におけるヘッドモデルのフェース面がゴルフボールモデルと接触する時間 T_2 と、フェース面にかかる垂直力が接触開始時からピーク値をとるまでの時間 T_1 とを計測する。

ステップ#4で、時間 T_1 が時間 T_2 中で占める割合を評価する。

ステップ#5で、ゴルフボールのバックスピンを減らす方向に働く摩擦力を大きくすると共に該摩擦力の作用時間を長くして、バックスピン量を少なくかつ打出角度を高くするように定めた許容範囲内に、 T_1 と T_2 の評価値が含まれるか判定する。

ステップ#6で、評価値が許容範囲内であれば設計を終了し、試作、評価する

。一方、許容範囲外であれば、ヘッドモデルの肉厚あるいは／及び材料を変えて、再度、シミュレーションを行い、許容範囲内になるまでヘッドモデルの肉厚あるいは／及び材料の制御とシミュレーションを繰り返す。

【0031】

以下、上記設計方法について詳述する。

まず、コンピュータによりゴルフクラブヘッドとゴルフボールをモデル化し、初期条件を設定する。

【0032】

図2 (A) にシミュレーションで用いたウッド型のヘッドモデル10を示す。ヘッドモデル10は中空型であり、その体積を300cc、重量を188.0gとし、材質はチタンとしている。ヘッドモデル10のフェース部13は略楕円形状の板状としている。ヘッドモデル10は、7498個の要素11に分割し、多数の節点12を得ており、有限要素の一辺の平均長さは約2.5mmとし、全体を4節点シェル要素の弾性体でモデル化している。要素11の肉厚を各部位で変更させることで、実形状のモデル化を行っている。比重、弾性定数等の材料物性値については、文献値を用いている。フェース部の肉厚は1.9mmで一定とし、弾性率は11020kgf/mm²としている。

【0033】

なお、ヘッドモデルの作成には三次元形状計測、もしくは設計時に用いた三次元CADデータを使用することができ、要素モデルに連続体要素を用いる場合は、その肉厚付きの三次元CADデータを用いて4面体、もしくは6面体で要素分割を行う。シェル要素を用いてモデル化しても良いが、その場合、シェル要素は肉厚の中立面に配置するようにし、肉厚を正しく定義する。ヘッドモデルは、ソリッドモデルを用いて解析を行っても良い。また、材料物性値は、JIS等の規格に基づいて実測した値を用いても良いし、文献値を用いても良い。

【0034】

また、図2 (B) に示すように、シミュレーションで用いたゴルフボールモデル（以下、ボールモデルとも称す）20は、直径42.8mm、全体を8節点ソリッド要素の弾性体でモデル化している。弾性率については、材料モデルは線形

弾性モデルとし、静的な圧縮試験の結果が実験値と合うように逆同定した値を用いている。ボールモデル 20 は、64000 個の要素 21 に分割している。

【0035】

次に、ヘッドモデル 10 とボールモデル 20 を用い、図 3 (A) (B) (C) に示すように、ゴルフクラブヘッドによるゴルフボールの打撃を想定したシミュレーションを行う。即ち、ヘッドモデル 10 のフェース面 13 a の幾何学的なセンター位置にボールモデル 20 が衝突するように配置し、ヘッドモデル 10 に初速 40 m/s を与え、ボールモデル 20 に衝突させる。ヘッドモデル 10 を衝突させた後、ボールモデル 20 がヘッドモデル 10 から完全に離れるまで計算を行う。フェース面 13 a とボールモデル 20 の接触面にはクローン摩擦を定義し、動摩擦係数、静止摩擦係数を共に 0.3 としている。

【0036】

本シミュレーションでは、汎用衝撃解析ソフト (ls-dyna: LSTC 社製) を使用している。他に、PAM-CRASH (ESI 社製)、ABAQUS-EXPLICIT (HKS 社製) 等を用いてもよい。

【0037】

図 4 に示すように、ヘッドモデル 10 とボールモデル 20 の接触中において、バックスピンを減らす方向 (あるいはバックスピンをかける方向) に摩擦力 F が働くと共に、フェース面 13 a に垂直方向に垂直力 N が働いている。

【0038】

インパクト時の両者の接触状況をシミュレーションすることにより、摩擦力 F と垂直力 N の時刻歴データを計算する。図 5 は垂直力 N の時刻歴データを示し、これに基づき、インパクト時におけるヘッドモデル 10 のフェース面 13 a がボールモデル 20 と接触する時間 T_2 と、フェース面 13 a にかかる垂直力 N が接触開始時からピーク値をとるまでの時間 T_1 とを特定する。

【0039】

図 6 は摩擦力 F の時刻歴データを示す。図 6 において、摩擦力が正の値を示すときはバックスピンがかかる方向に摩擦力が働き、摩擦力が負の値を示すときはバックスピンを減らす方向に摩擦力が働く。

【0040】

図6において、バックスピンをかける方向の力積を表す面積 S_a から、バックスピンを減らす方向の力積を表す面積 S_b を引いた値が小さいほど、ボールモデル20のバックスピンを低減することができる。

即ち、垂直力 N がピーク値をとるまでの時間 T_1 が接触時間 T_2 中で占める割合を長くするように設定すると、ボールモデル20のバックスピンを減らす方向に摩擦力 F が働いている時間に、ボールモデルに高い垂直力 N を加えることができ、バックスピンを減らす方向の力積を増大することができる。よって、バックスピンを低減し、高い打出角度を得ることができる。

【0041】

ここで、時間 T_1 が時間 T_2 中で占める割合を評価する。即ち、ゴルフボールのバックスピンを減らす方向に働く摩擦力を大きくすると共に該摩擦力の作用時間を長くして、バックスピン量を少なくかつ打出角度を高くするように定めたい場合には、具体的に、時間 T_1 と時間 T_2 との関係が、 T_2/T_1 の値（評価値）が2.2以下になっているか評価する。

【0042】

そして、許容範囲内に、 T_1 と T_2 の評価値が含まれるか否かを判定する。評価値が許容範囲内であれば設計を終了し、試作、評価する。一方、許容範囲外であれば、ヘッドモデルの肉厚あるいは／及び材料を変えて、再度、シミュレーションを行い、許容範囲内になるまでヘッドモデルの肉厚あるいは／及び材料の制御とシミュレーションを繰り返し、最終的にヘッドモデルの仕様を決定する。

【0043】

これにより、低バックスピンで、かつ高打出角度になり、大きな飛距離が得られるゴルフクラブヘッドを非常に効率良く設計することができる。

【0044】

また、ゴルフボールモデルのバックスピン量及び打出角度は、ゴルフボールモデルの全体運動量、角運動量を算出し、その運動量から並進速度を求め、各成分の比率から上記打出角度を算出し、上記角運動量よりバックスピン量を算出することができる。

【0045】

上記実施形態では、ウッド型ヘッドを設計しているが、アイアン型ヘッドとしても良く、打撃速度は適宜変更することができる。また、フェース部の肉厚、材質（弾性率）、フェース面の面積等も目的性能に応じて全体的あるいは部分的に変更することができる。

【0046】

以下、本発明のゴルフクラブヘッドの実施例、比較例について詳述する。

上述した設計方法により下記に示す実施例及び比較例のゴルフクラブヘッドを設計した。各ゴルフクラブヘッドの計測値を下記の表1及び表2に示す。シミュレーションの条件は上記実施形態と同様とした。なお、表中の値はシミュレーションにより得られた計算値である。

【0047】

【表 1】

	肉厚(mm)	T1	T2	T2/T1	バックスピンの rpm	打出角(deg.)
比較例 1	3.0	0.271	0.600	2.214	1475	9.18
比較例 2	2.7	0.272	0.606	2.228	1449	9.22
比較例 3	2.5	0.273	0.611	2.238	1427	9.27
比較例 4	2.2	0.275	0.627	2.280	1385	9.36
実施例 1	1.9	0.314	0.668	2.127	1350	9.48

【0048】

(実施例 1)

T2/T1の値を2.127とした。フェース部の材質はチタンとし、フェース部の肉厚を全体的に1.9mm、弾性率は11020kgf/mm²とした。

【 0 0 4 9 】

(比較例 1 ～ 4)

T 2 / T 1 の値が 2 . 2 より大きくなるように、表 1 のように設定した。フェース部の肉厚を各々変更した。その他は実施例 1 と同様とした。

【 0 0 5 0 】

【表 2】

	弾性率	T1	T2	T2/T1	バックスピン (rpm)	打出角 (deg.)
比較例 5	11020	0.272	0.60701	2.23164	1454	9.24
比較例 6	9020	0.27294	0.61301	2.24596	1433	9.3
実施例 2	7020	0.31298	0.62595	1.99999	1397	9.38
実施例 3	5020	0.32601	0.66299	2.03364	1336	9.53
実施例 4	3020	0.35601	0.69796	1.9605	1300	9.72

【0051】

(実施例 2～4)

T2/T1の値を1.99999、2.03364、1.9605とした。フ
ェース部の肉厚を全体的に2.7mmとし、弾性率[kgf/mm²]を表2のよ

うに設定した。その他は実施例 1 と同様とした。

【0052】

(比較例 5、6)

$T2/T1$ の値が 2.2 より大きくなるように、表 2 のように設定した。フェース部の肉厚を全体的に 2.7 mm とし、フェース部の弾性率 $[kgf/mm^2]$ を各々変更した。その他は実施例 1 と同様とした。

【0053】

(バックスピン量、打出角度の算出)

上述したようにボール全体での運動量、角運動量を算出し、その運動量から並進速度を求め、各成分の比率から打出角度を算出すると共に、角運動量からバックスピン量を算出した。表中にこの算出値を示す。

【0054】

図 7 は、実施例 1、比較例 1～4 のゴルフクラブヘッドで計測したフェース面にかかる垂直力の時刻歴データを示す。ゴルフクラブヘッドのフェース面にかかる垂直力がピーク値をとるまでの時間 $T1$ と、ゴルフクラブヘッドとゴルフボールの接触時間 $T2$ はこのグラフより求められ、これにより $T2/T1$ の値を各々計算した。また、図 8 は、実施例 1、比較例 1～4 のゴルフクラブヘッドで計測した摩擦力の時刻歴データを示す。

【0055】

実施例 1、比較例 1～4 のゴルフクラブヘッドにおいて、 $T2/T1$ を 2.2 以下とした実施例 1 は、比較例 1～4 に比べ、バックスピン量が低減されており、打出角度が大きくなっていることが確認できた。

即ち、フェース部の厚みを変量させていったときに、フェース部に働く摩擦力がどのように変化していくかを計測した。フェース部を薄くしていくと、衝撃力が和らぎ、 $T1$ が大きくなっていく。そのため、摩擦力のバックスピンを減らす方向に働く力が大きくなるため、打出時に働くバックスピン量は少なく、かつ打出角度は大きくなることが確認できた。

【0056】

図 9 は、実施例 2～4、比較例 5、6 のゴルフクラブヘッドで計測したフェー

ス面にかかる垂直力の時刻歴データを示す。上記同様に $T2/T1$ の値を各々計算した。また、図 10 は、実施例 2～4、比較例 5、6 のゴルフクラブヘッドで計測した摩擦力の時刻歴データを示す。

【0057】

実施例 2～4、比較例 5、6 のゴルフクラブヘッドにおいて、 $T2/T1$ を 2.2 以下とした実施例 2～4 は、比較例 5、6 に比べ、バックスピン量が低減されており、打出角度が大きくなっていることが確認できた。

【0058】

また、実際に実施例及び比較例のゴルフクラブヘッドを試作し、スイングロボットを用いて実打したところ、バックスピン量、打出角度共に、表 1 及び表 2 と同様の結果が得られ、上記 $T2/T1$ の設定により、バックスピン量が低減し、打出角度が増加することが確認できた。

【0059】

【発明の効果】

以上の説明より明らかなように、本発明によれば、ヘッドモデルにおいて特にフェース部の肉厚あるいは材料及び材料等を全体的あるいは部分的に変更し、フェース面にかかる垂直力がピーク値をとるまでの時間 $T1$ が、ヘッドモデルとゴルフボールモデルの接触時間 $T2$ 中で占める割合を長くするように設定している。このため、ゴルフボールモデルのバックスピンを減らす方向に摩擦力が働いている時間に、ゴルフボールに高い垂直力を加えることができ、バックスピンを減らす方向の力積を増大することができる。よって、低バックスピンド、かつ高打出角度になり、大きな飛距離が得られるゴルフクラブヘッドを設計することができる。

【0060】

また、コンピュータによる仮想空間上で計算するため、肉厚や材料の変更も、入力データの変更だけで良く、様々なパターンのヘッドの設計を容易に行うことができる。また、実際のヘッドの試作回数を減らし、試作に要する費用と時間を削減することができ、ヘッドの設計時間を短縮することができる。

【0061】

さらに、本発明のゴルフクラブヘッドは、ゴルフボール打撃時にゴルフボールに生じるバックスピン量を従来になく低減することができるため、ゴルフボールの打出角度を増大させることができ、効率良く大きな飛距離を得ることができる。よって、ウッド型ヘッドや低番手のアイアン型ヘッドとして特に好適に用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明のゴルフクラブヘッドの設計方法のフローチャートを示す。

【図 2】 (A) はヘッドモデルの概略図、(B) はゴルフボールモデルの概略図である。

【図 3】 (A) (B) (C) は、ゴルフボールモデルとヘッドモデルのインパクトのシミュレーションの説明図である。

【図 4】 インパクト時のヘッドモデルとゴルフボールモデルに働く力の説明図である。

【図 5】 垂直力の時刻歴データのグラフである。

【図 6】 摩擦力の時刻歴データのグラフである。

【図 7】 実施例 1、比較例 1～4 のゴルフクラブヘッドで計測したフェース面にかかる垂直力の時刻歴データを示す。

【図 8】 実施例 1、比較例 1～4 のゴルフクラブヘッドで計測した摩擦力の時刻歴データを示す。

【図 9】 実施例 2～4、比較例 5、6 のゴルフクラブヘッドで計測したフェース面にかかる垂直力の時刻歴データを示す。

【図 10】 実施例 2～4、比較例 5、6 のゴルフクラブヘッドで計測した摩擦力の時刻歴データを示す。

【符号の説明】

10 ヘッドモデル

13 フェース部

13a フェース面

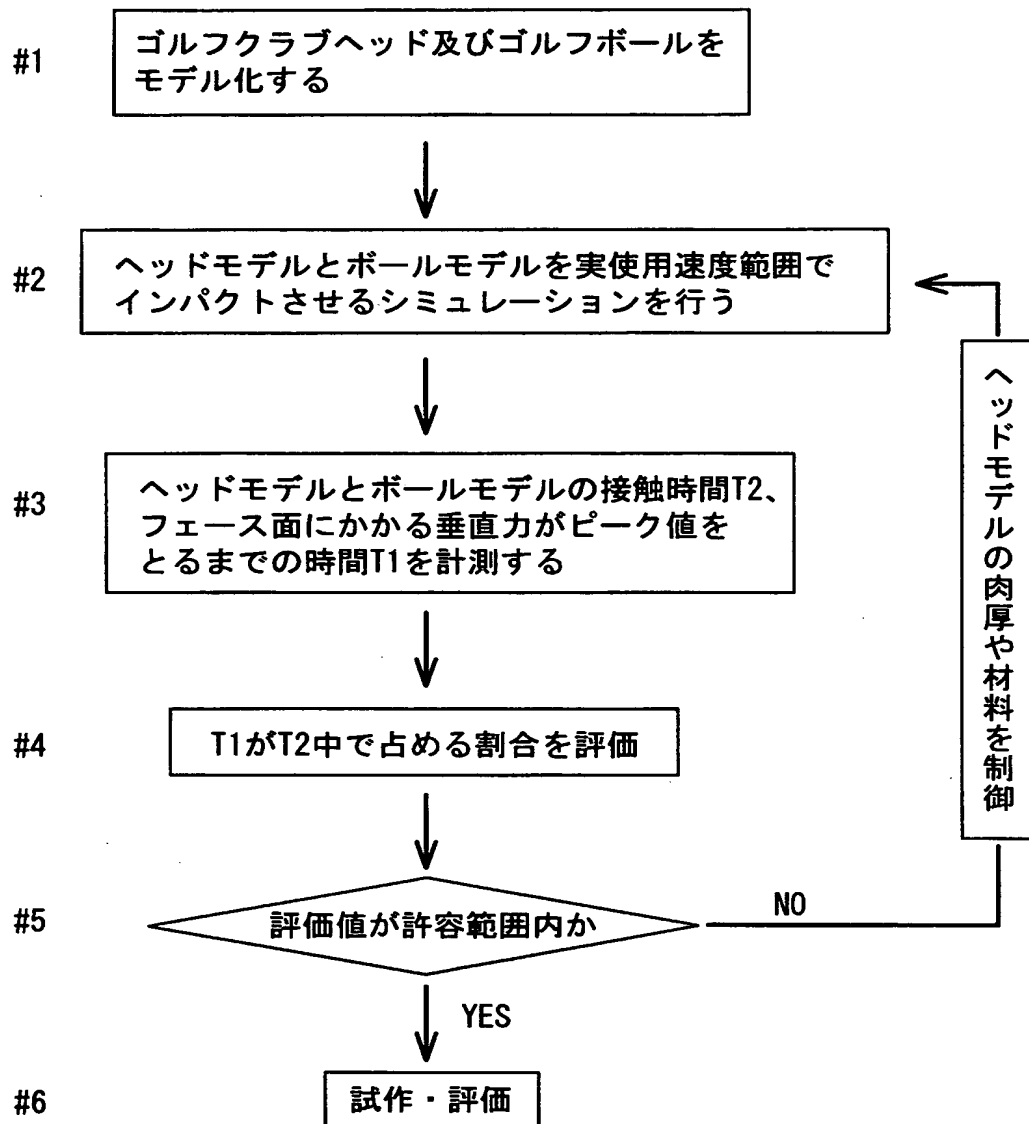
20 ボールモデル

N 垂直力

F 摩擦力

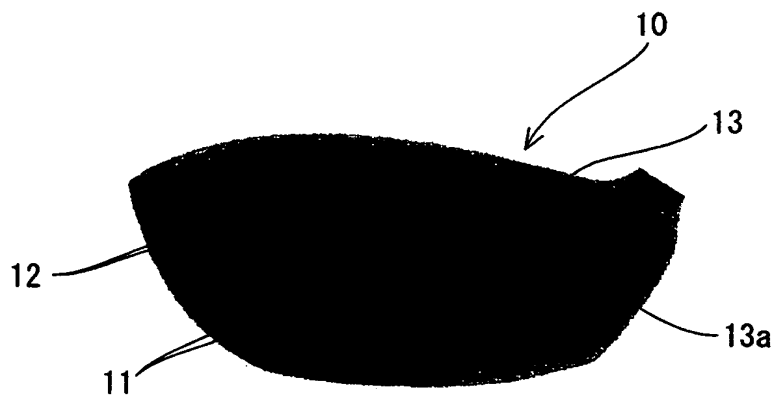
【書類名】 図面

【図 1】

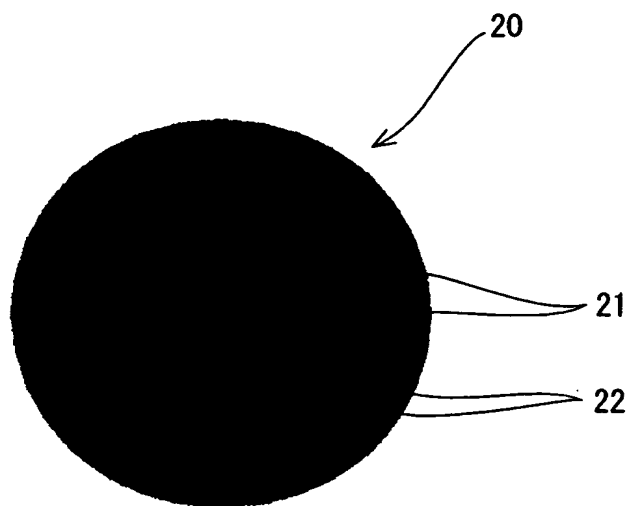


【図 2】

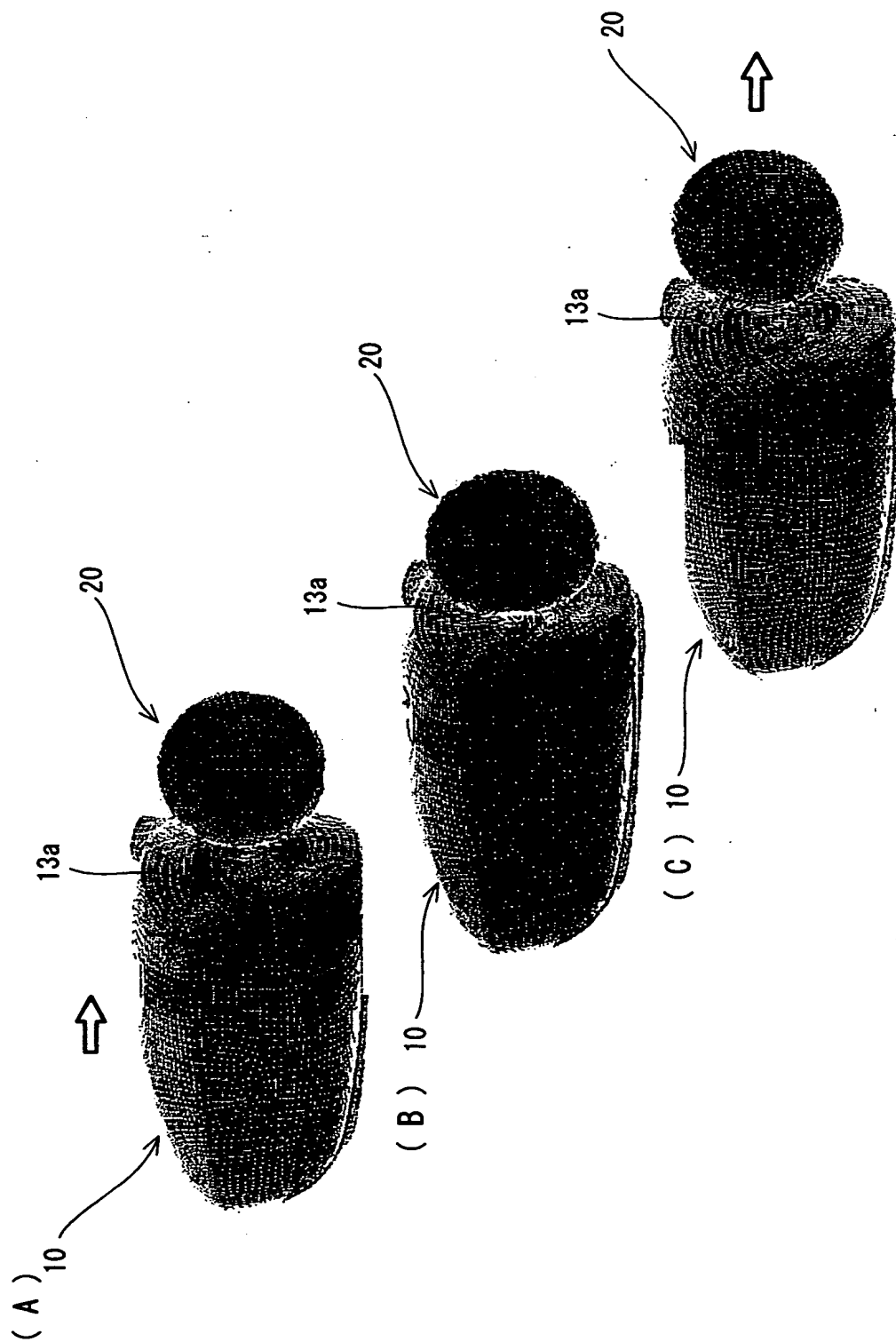
(A)



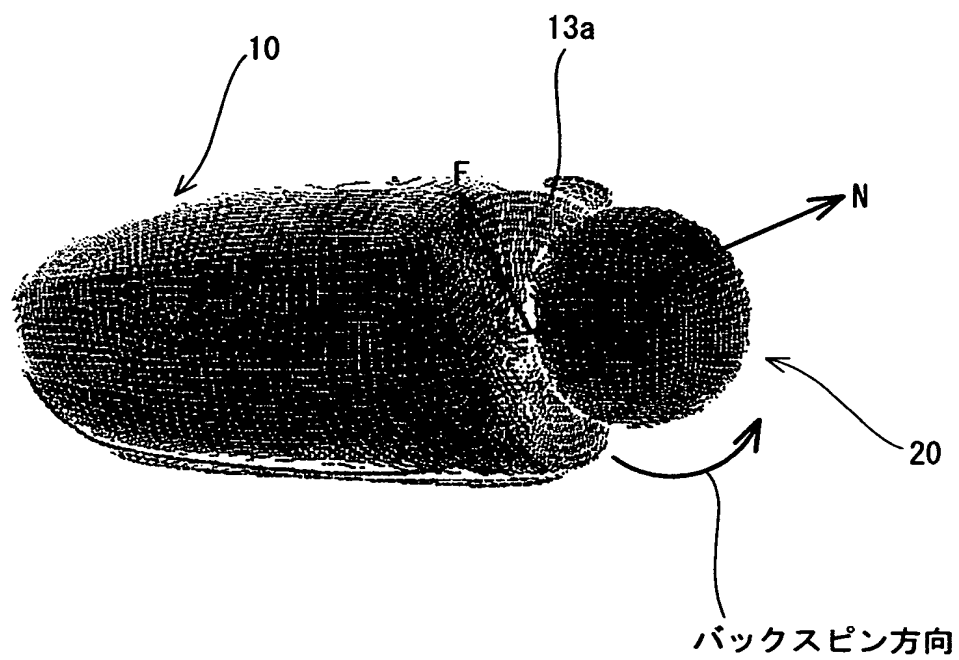
(B)



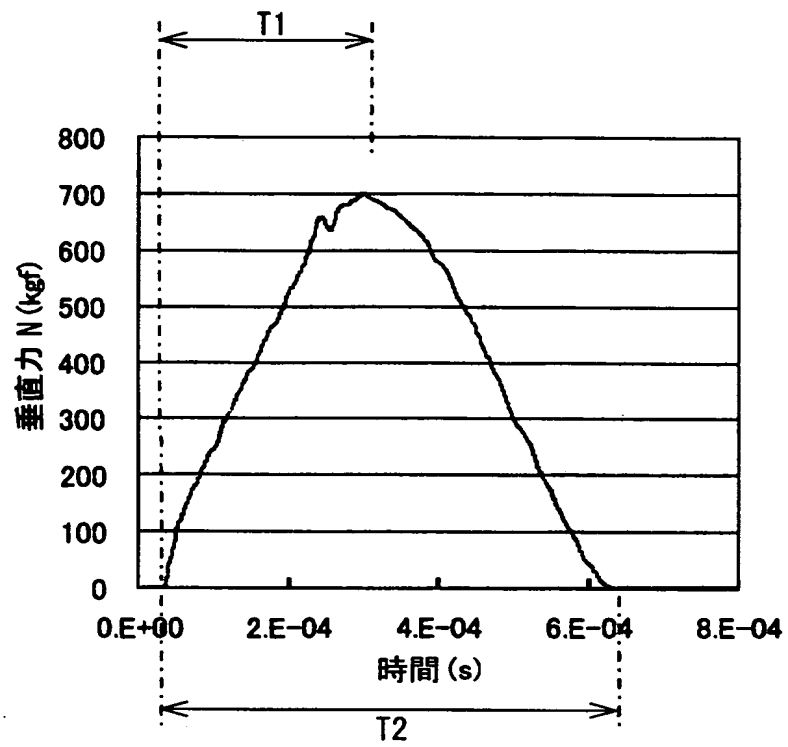
【図 3】



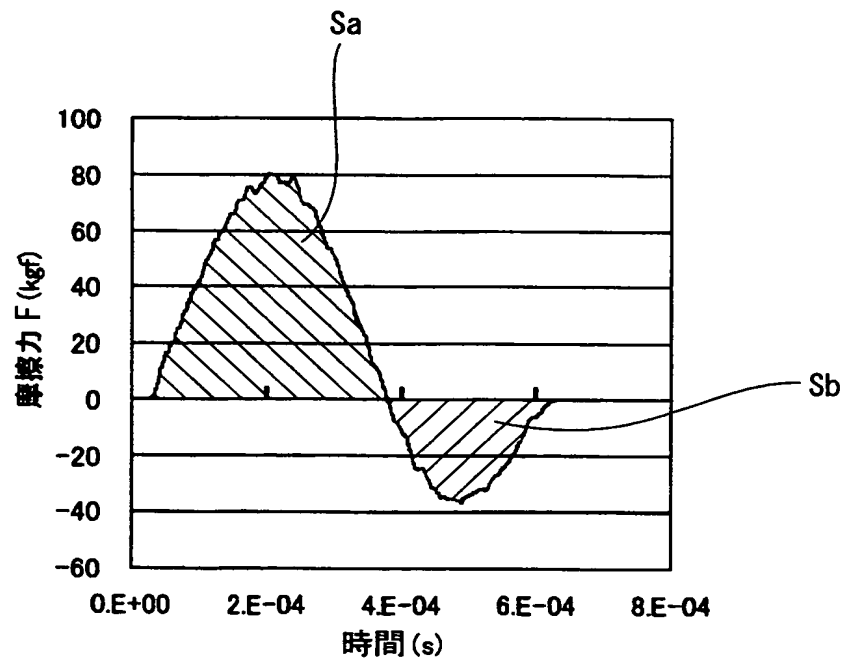
【図 4】



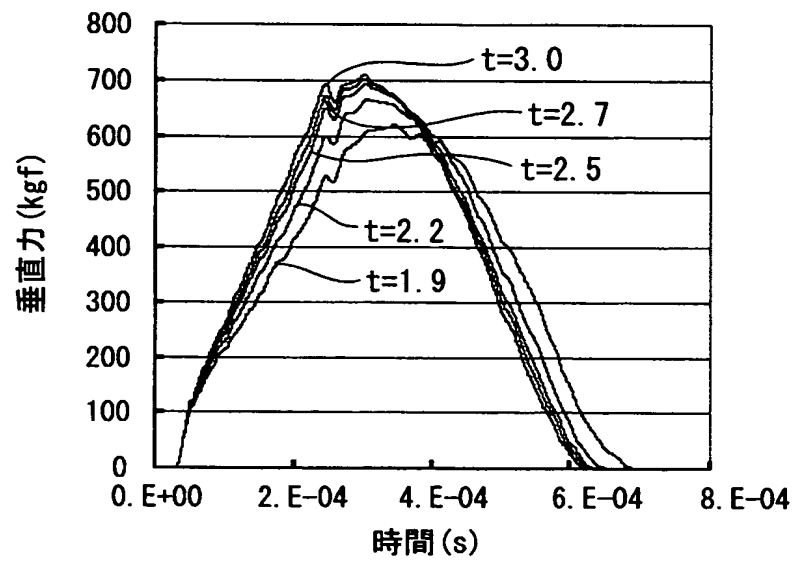
【図 5】



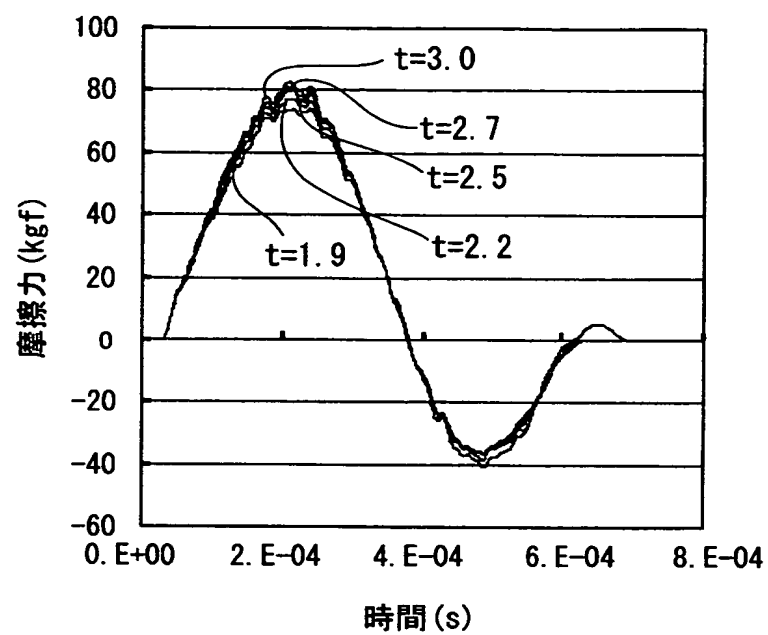
【図 6】



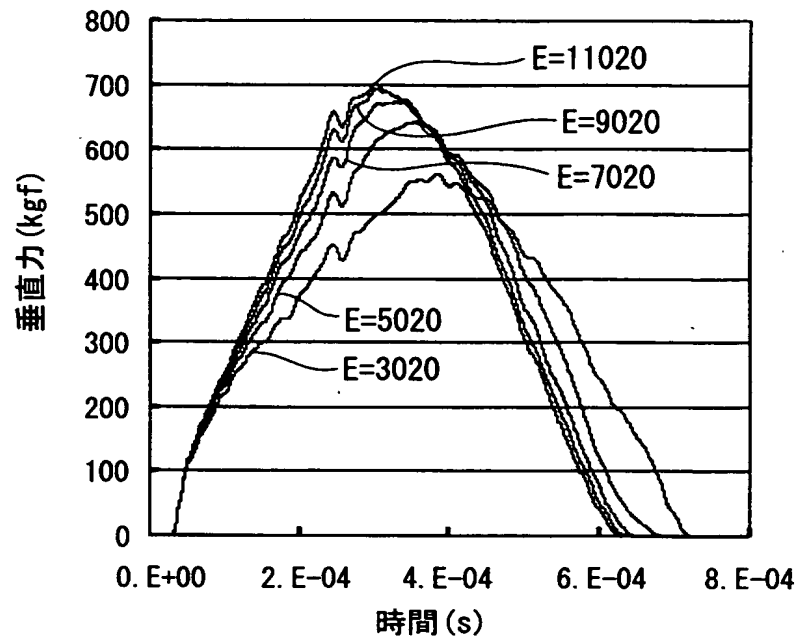
【図 7】



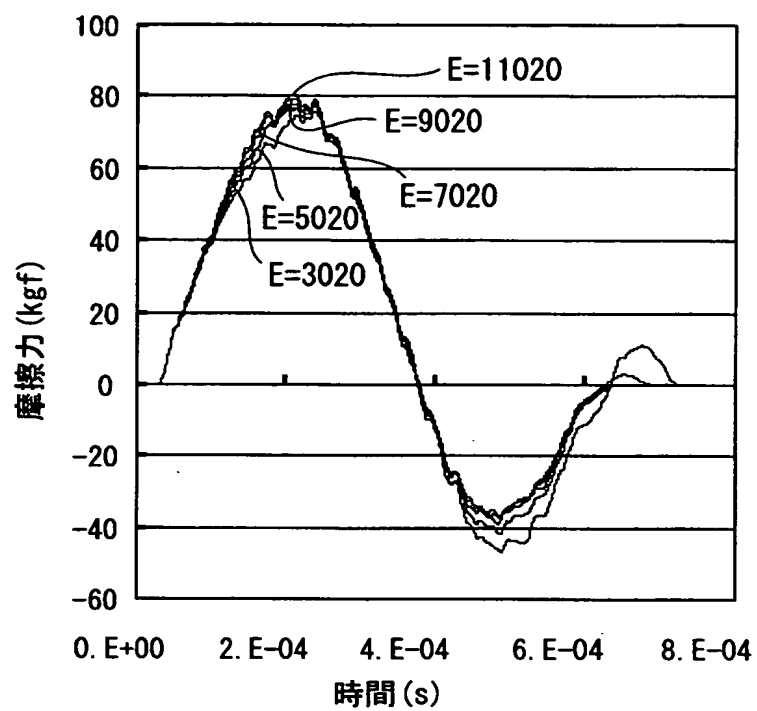
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ゴルフボールのバックスピン量を低減し打出角度を高くできるゴルフクラブヘッドを効率良い設計により得る。

【解決手段】 有限要素で分割したゴルフクラブのヘッドモデルとゴルフボールモデルを用い、ヘッドモデルでゴルフボールモデルを実使用速度範囲でインパクトし、該インパクト時におけるヘッドモデルのフェース面がゴルフボールモデルと接触する時間 T_2 と、フェース面にかかる垂直力が接触開始時からピーク値をとるまでの時間 T_1 とを計測し、ヘッドモデルの肉厚あるいは／及び材料を変えて、時間 T_1 と時間 T_2 とを計測し、垂直力がピーク値をとるまでの時間 T_1 が、接触時間 T_2 中で占める割合を長くして、ゴルフボールのバックスピンを減らす方向に働く摩擦力を大きくすると共に該摩擦力の作用時間を長くして、バックスピン量を少なくかつ打出角度を高くする。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 3 5 5 0 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 8 3 2 3 3]

1. 変更年月日

1 9 9 4 年 8 月 1 7 日

[変更理由]

住所変更

住 所

兵庫県神戸市中央区脇浜町 3 丁目 6 番 9 号

氏 名

住友ゴム工業株式会社